

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Hisashi SUGANUMA

Atty. Docket No. 107156-00214

Serial No.: New Application

Examiner: Not Assigned

Filed: December 3, 2003

Art Unit: Not Assigned

For: NOISE ELIMINATOR

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313

December 3, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

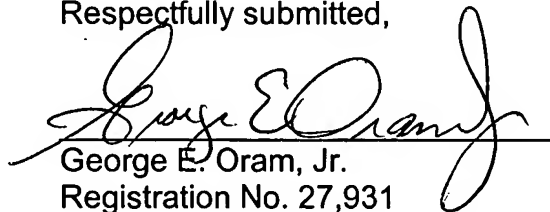
Japanese Patent Application No. 2002-352585 filed on December 4, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,


George E. Oram, Jr.
Registration No. 27,931

Customer No. 004372
ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC
1050 Connecticut Avenue, N.W., Suite 400
Washington, D.C. 20036-5339
Tel: (202) 857-6000
Fax: (202) 638-4810
GEO/bgk

(translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this office.

Date of application: December 4, 2002

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2002-352585

[ST.10/C] : [JP2002-352585]

Applicant(s): Pioneer Corporation

Date of this certificate: June 19, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office Shinichiro OTA

Certificate No. 2003-3048098

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年12月 4日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-352585

[ST.10/C]:

[JP2002-352585]

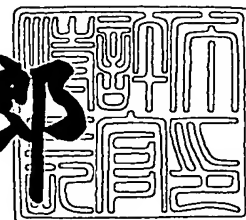
出 願 人
Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 6月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3048098

【書類名】 特許願

【整理番号】 56P0778

【提出日】 平成14年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 1/10

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県川越市山田字西町 2 5 番地 1 パイオニア株式会社
社 川越工場内

【氏名】 菅沼 尚

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100118898

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 立昌

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノイズ除去装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去装置であって、

前記入力信号に含まれるノイズの発生期間を検出し、ノイズが発生していない期間では前記入力信号を通過させて出力し、前記ノイズの発生期間では前記入力信号をホールド状態にして出力する保持手段と、

前記保持手段より出力される信号における前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に対して補間量を合成する合成手段と、

前記合成手段の出力信号を予測演算することにより、前記入力信号に近似する予測値を演算する予測手段と、

前記予測値の変化量を前記補間量として求めると共に、前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に比して前記予測値が不適切な値のときには、前記合成手段に対して前記補間量の合成を停止させ、前記予測値が適切な値のときには、前記合成手段に対して前記補間量の合成を行わせる補間制御手段と、を備えることを特徴とするノイズ除去装置。

【請求項 2】 前記補間制御手段は、

前記ノイズ発生期間の開始時点に生成される予測値と、前記ノイズ発生期間内に生成される個々の予測値との差分を前記変化量として求めることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 3】 前記補間制御手段は、

前記ノイズ発生期間において求められる予測値と前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分との差分の絶対値と、当該ホールド信号成分の絶対値とを求め、前記差分の絶対値が前記ホールド信号成分の絶対値より大きく乖離した場合に、前記ホールド信号成分に比して前記予測値が前記不適切な値であるとすることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 4】 前記補間制御手段は、

前記ノイズ発生期間において求められる予測値と前記ホールド状態にして出力

されたホールド信号成分との差分の絶対値と、当該ホールド信号成分の絶対値とを求め、前記差分の絶対値が前記ホールド信号成分の絶対値より小さな乖離の場合に、前記予測値が適切な値であるとすることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 5】 前記補間制御手段は、

更に、前記差分の絶対値の所定期間内における最大値を第 1 の最大値、当該所定期間内における前記ホールド信号成分の絶対値の最大値を第 2 の最大値として夫々求め、前記第 1 の最大値が第 2 の最大値より大きな値の場合に、前記ホールド信号成分に比して前記予測値が不適切な値であるとすることを特徴とする請求項 3 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 6】 前記補間制御手段は、

更に、前記差分の絶対値の所定期間内における最大値を第 1 の最大値、当該所定期間内における前記ホールド信号成分の絶対値の最大値を第 2 の最大値として夫々求め、前記第 1 の最大値が第 2 の最大値より小さな値の場合に、前記予測値が適切な値であるとすることを特徴とする請求項 4 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 7】 前記入力信号は、FM 検波信号であることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 8】 前記予測手段は、FM 検波信号に含まれるパイロット信号又はサブキャリアを近似する予測演算を行うことを特徴とする請求項 7 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 9】 前記予測手段は、前記出力信号のうち、前記パイロット信号又はサブキャリアの周波数に相当する周期だけ位相差のずれた 2 つの信号の差を求めることにより、前記予測値を予測演算することを特徴とする請求項 8 に記載のノイズ除去装置。

【請求項 10】 入力信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去方法であって、

前記入力信号に含まれるノイズの発生期間を検出し、ノイズが発生していない期間では前記入力信号を通過させて出力し、前記ノイズの発生期間では前記入力信号をホールド状態にして出力する保持工程と、

前記保持工程により出力される信号における前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に対して補間量を合成する合成工程と、

前記合成工程で生成される出力信号を予測演算することにより、前記入力信号に近似する予測値を演算する予測工程と、

前記予測値の変化量を前記補間量として求めると共に、前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に比して前記予測値が不適切な値のときには、前記合成工程による前記補間量の合成を停止させ、前記予測値が適切な値のときには、前記合成工程による前記補間量の合成を行わせる補間制御工程と、を備えることを特徴とするノイズ除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば受信装置等の電子機器で処理される信号からノイズを除去するノイズ除去装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、外来ノイズ等のノイズに対して優れた耐ノイズ性を有する電子機器の開発が重要な課題となっている。

【0003】

例えば、ラジオ放送を受信するラジオ受信機等の受信装置、無線通信機、携帯電話機等、その他の通信機器にあっては、外来ノイズ等の影響を受けやすい環境下で使用される場合があることから、優れた耐ノイズ性を備えることが重要な課題となっている。

【0004】

より具体的な事例を述べれば、自動車に搭載される車載用ラジオ受信機の場合、例えば自動車より発せられるイグニッションノイズ等の外来ノイズの影響を受けやすい。そこで、検波信号に含まれた外来ノイズを除去することで、高品位の音声再生を実現しようとするノイズ除去方法が検討されている。

【0005】

このノイズ除去方法を講じるための従来のノイズ除去装置として、図 1 (a) に示す構成のものが考えられている。

このノイズ除去装置は、FM 検波された FM 検波信号 Y_{in} を入力するホールド回路 1 と、ホールド制御信号生成部 2 とを備えている。

【0006】

ホールド制御信号生成部 2 は、所定のカットオフ周波数を有するハイパスフィルタと波形整形回路とを備えており、図 1 (b) に例示するようなノイズ N_z を含んだ検波信号 Y_{in} が供給されると、その FM 検波信号 Y_{in} を上述のハイパスフィルタに通すことで各ノイズ N_z を抽出し、更にその抽出したノイズ N_z を上述の波形整形回路で波形整形することで、ノイズ N_z の夫々の発生期間を表す矩形波状のホールド制御信号 CNT を生成する。

【0007】

つまり、ホールド制御信号 CNT は、ノイズ N_z の発生開始時点で論理 “L” から論理 “H” に反転し、ノイズ N_z の終了時点で論理 “H” から論理 “L” に再び反転する、いわゆる 2 値信号として生成される。

【0008】

ホールド回路 1 は、ホールド制御信号 CNT によって制御される所謂 S/H 回路（サンプルホールド回路）で構成されている。そして、ホールド制御信号 CNT が論理 “L” のとき、すなわちノイズ N_z が生じていないときには、ホールド回路 1 は FM 検波信号 Y_{in} をそのまま通過させて出力し、一方、ノイズ N_z が発生すると、ホールド制御信号 CNT が論理 “L” から “H” に反転するいわゆる立ち上がりエッジの時点において、FM 検波信号 Y_{in} の信号成分をホールド（保持）し、ホールド制御信号 CNT が継続して論理 “H” となっている期間中（すなわちノイズ N_z が生じている期間中）、上述のホールドした信号成分のレベルを維持して出力する。

【0009】

この従来のノイズ除去装置によると、図 1 (b) の最下段の波形として示されているように、ノイズ N_z が生じた期間、つまりホールド制御信号 CNT が継続して論理 “H” となっている期間では、ホールド回路 1 より出力される FM 検波

信号 Y out のレベルが上述のホールドされた信号成分のレベルに固定されることから、例えばイグニッションノイズ等の比較的高いエネルギーのノイズが FM 検波信号 Y out に重畳した場合でも、強制的にそのノイズ N z を除去することが可能となっている。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来のノイズ除去装置は、上述の FM 検波信号 Y in に重畳したノイズを効果的に除去することが可能である。しかし、信号成分とノイズとを区別することが困難な場合があり、本来除去すべきでない信号成分を除去してしまうという問題があった。

【 0 0 1 1 】

そして、本来除去すべきでない必要な信号成分が除去されると、上述のホールド回路 1 より出力される FM 検波信号 Y out に基づいて高品位の音声再生等を実現することが困難となる等の問題を生じていた。

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、ノイズの除去を適切に行うノイズ除去装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載のノイズ除去装置は、入力信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去装置であって、前記入力信号に含まれるノイズの発生期間を検出し、ノイズが発生していない期間では前記入力信号を通過させて出力し、前記ノイズの発生期間では前記入力信号をホールド状態にして出力する保持手段と、前記保持手段より出力される信号における前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に対して補間量を合成する合成手段と、前記合成手段の出力信号を予測演算することにより、前記入力信号に近似する予測値を演算する予測手段と、前記予測値の変化量を前記補間量として求めると共に、前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に比して前記予測値が不適切な値のときには、前記合成手段に対して前記補間量の合成を停止させ、前記予測値が適切な値のときには、前記合成手段に対して前記補間量の合成を行わせる補間制御手段とを備えること

を特徴とする。

【0013】

請求項10に記載のノイズ除去方法は、入力信号に含まれるノイズを除去するノイズ除去方法であって、前記入力信号に含まれるノイズの発生期間を検出し、ノイズが発生していない期間では前記入力信号を通過させて出力し、前記ノイズの発生期間では前記入力信号をホールド状態にして出力する保持工程と、前記保持工程により出力される信号における前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に対して補間量を合成する合成工程と、前記合成工程で生成される出力信号を予測演算することにより、前記入力信号に近似する予測値を演算する予測工程と、前記予測値の変化量を前記補間量として求めると共に、前記ホールド状態にして出力されたホールド信号成分に比して前記予測値が不適切な値のときには、前記合成工程による前記補間量の合成を停止させ、前記予測値が適切な値のときには、前記合成工程による前記補間量の合成を行わせる補間制御工程と、を備えることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図2を参照して説明する。

なお、図2は本実施形態のノイズ除去装置の構成を示すブロック図である。

また、説明の便宜上、FM放送を受信して検波するFM受信部8より出力されるFM検波信号Y_{in}に含まれているノイズを除去する場合について説明する。

【0015】

図2において、本ノイズ除去装置3は、保持手段（以下「保持部」という）4、合成手段（以下「合成部」という）5、補間制御手段（以下「補間制御部」という）6、及び、予測手段（以下「予測器」という）7を備えて構成されている。

【0016】

保持部4は、FM受信部8より出力されるFM検波信号Y_{in}（以下「入力信号」という）を入力すると共に、その入力信号Y_{in}にノイズが含まれているか否か検出し、ノイズが含まれていない期間では入力信号Y_{in}をそのまま通過させて出

力し、ノイズの発生期間では入力信号 Y_{in} をホールド状態にして出力する。

【 0 0 1 7 】

すなわち、FM受信部 8 が放送局からの到来電波をアンテナ ANT を介して受信し、選局及び周波数変換を行うことで中間周波信号（IF 信号）を生成し、更にその中間周波信号を検波することにより FM 検波信号を生成すると、保持部 4 はその FM 検波信号を入力信号 Y_{in} として入力する。

【 0 0 1 8 】

そして、保持部 4 は、ノイズが検出されない間、入力信号 Y_{in} をそのまま通過させて出力し、一方、ノイズが検出されると、そのノイズを検出した時点の直前で入力した入力信号 Y_{in} の信号成分をホールド（保持）し、そのノイズが消えるまでのノイズ発生期間中継続して、上述のホールドした信号成分（以下「ホールド信号成分」という）のレベルを維持して出力する。

また、保持部 4 は、上述のノイズ発生期間（以下「ホールド期間」という）を表すホールド制御信号 CNT 1 を補間制御部 6 へ供給する。

【 0 0 1 9 】

なお、説明の便宜上、保持部 4 から出力される信号をホールド信号 Y_{h1} と呼ぶこととする。すなわち、上述したように保持部 4 は、入力信号 Y_{in} をそのまま通過させて出力する場合と、ホールド信号成分をホールド期間中に出力する場合とがあるが、保持部 4 から出力されるこれら信号の総称をホールド信号 Y_{h1} と呼ぶこととする。

【 0 0 2 0 】

合成部 5 は、上述のホールド期間において、補間制御部 6 から供給される補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{h1} に合成する。つまり、ホールド期間におけるホールド信号成分のレベルが Y_{h1_HOLD} であったとすると、合成部 5 は、これに補間量 S_{cmp} を合成することにより、ホールド期間におけるホールド信号 Y_{h1} のレベルを $(Y_{h1_HOLD} + S_{cmp})$ にする。

【 0 0 2 1 】

かかる合成処理により、保持部 4 においてホールド処理が行われた際に欠落することとなった信号成分を補間量 S_{cmp} によって補間（合成）し、必要な信号成

分を有したFM検波信号（以下「出力信号」という） Y_{out} にして出力する。

【0022】

予測器7は、出力信号 Y_{out} をサンプル信号 Y として入力する。そして、サンプル信号 Y に基づいて予測演算を行うことにより、予測値 $\langle Y \rangle$ を求める。

つまり予測器7は、予め決められた所定のサンプリング間隔 ΔT 毎に同期してサンプル信号 Y を入力することにより、サンプル信号 Y をそのサンプリング間隔 ΔT に同期したサンプル値系列として入力する。更に予測器7は、サンプリング間隔 ΔT に同期してサンプル信号 Y を入力する度毎に、その入力時点より遡る所定期間 T 内に既に入力した複数個 n のサンプル値系列を利用して、入力信号 Y_{in} に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を求める。

【0023】

ここで、予測器7は、保持部4においてホールド処理が行われる際に欠落する可能性のある信号成分の特徴を特徴抽出して、その信号成分に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を忠実に再現することができるように、予測演算手法が予め設定されている。

【0024】

予測演算すべき対象を具体的に例示すれば、FM受信部8より保持部4に供給される入力信号（FM検波信号） Y_{in} には、いわゆる音声再生に供される信号成分のみならず、19kHzのパイロット信号や38kHzのサブキャリア等の制御信号が含まれていることが一般に知られている。保持部4が仮にこれらパイロット信号やサブキャリア等をノイズとして検出し、ホールド処理を行うこととなると、保持部4から出力されるホールド信号 Y_{h1} は、パイロット信号やサブキャリア等が欠落した信号となってしまふ。更に、合成部5において、上述のパイロット信号やサブキャリア等が欠落したホールド信号 Y_{h1} に対して補間等の何らの処理も施さなければ、出力信号 Y_{out} もパイロット信号やサブキャリア等の欠落した信号となってしまい、その出力信号 Y_{out} に基づいて音声再生等の処理を行っても高品位の音声等を再生することが困難となる。

【0025】

そこで、パイロット信号やサブキャリア等の欠落防止を図り得るノイズ除去装

置 3 を実現する場合には、パイロット信号やサブキャリア等に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を忠実に再現すべく、予測器 7 の予測演算手法を次のように予め設定する。

【 0 0 2 6 】

まず、19 kHz のパイロット信号や 38 kHz のサブキャリアを対象として予測値 $\langle Y \rangle$ を求めるのに、19 kHz と 38 kHz との最小公倍数の周波数 f_c に対して整数倍 k (k は自然数) の関係を有する周波数 ($k \times f_c$) を決め、その周波数 ($k \times f_c$) の逆数 $1 / (k \times f_c)$ に相当する期間を上述の期間 T と決めておく。例えば、上述の周波数 ($k \times f_c$) として 38 kHz に決めた場合、その逆数に相当する期間 $1 / (38 \times 10^3)$ 秒を上述の期間 T と決めておく。

更にパイロット信号やサブキャリアが発生するときのそれらの時間幅よりも短い期間を上述のサンプリング間隔 ΔT として予め決める。

【 0 0 2 7 】

このように予測器 7 を予め設定しておく、と、予測器 7 はサンプリング信号 Y をサンプリング間隔 ΔT に同期して高分解能でサンプリングし、上述の期間 T 内に得られる複数個 n (すなわち、 $n = T / \Delta T$) 分のサンプル値系列を保持しつつ、最新のサンプル値を入力する度に最も古いサンプル値を廃棄するという所謂ファーストインファーストアウト (F I F O) 処理等によって、サンプル値系列を更新していく。

【 0 0 2 8 】

そして予測器 7 は、サンプリング間隔 ΔT に同期して、 n 個のサンプル値から成るサンプル値系列を利用して予測演算することで、パイロット信号やサブキャリアに近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を求める。

【 0 0 2 9 】

なお、予測演算手法については、上述のサンプル値系列を相関演算することで相関値を求め、その相関値を上述の予測値 $\langle Y \rangle$ とする相関演算方法や、上述のサンプル値系列を予測フィルタに入力して学習させ、その学習によって得られる予測フィルタのフィルタ係数の値を上述の予測値 $\langle Y \rangle$ として求める学習同定法、その他様々な予測演算手法を適用して予測器 7 を構成することが可能である。

また、後述の実施例において、予測演算手法のより詳細な具体例を説明するこ

ととする。

【0030】

補間制御部6は、予測器7より出力される予測値 $\langle Y \rangle$ を、ホールド制御信号CNT1の発生タイミングに同期して保持すると共に、新たなホールド制御信号CNT1が出力される度に、新たな予測値 $\langle Y \rangle$ に更新して保持する。

【0031】

更に補間制御部6は、サンプリング間隔 ΔT 毎に予測器7より出力される最新の予測値 $\langle Y \rangle$ と、上述の既に保持しておいた予測値 $\langle Y \rangle$ （以下「ホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ という」）との差を求め、その差（すなわち変化量）を補間量 S_{cmp} として生成する。

【0032】

より具体的に述べれば、夫々のある時点 t_a , t_b , $t_c \dots$ において、保持部4からホールド制御信号CNT1が出力され、また、夫々の時点 t_a , t_b , $t_c \dots$ において予測器7から出力された予測値 $\langle Y \rangle$ が、 $\langle Y_a \rangle$, $\langle Y_b \rangle$, $\langle Y_c \rangle \dots$ であったとする。更に、各時点 t_a , t_b , t_c を開始点とする各ホールド期間（別言すれば、ホールド制御信号CNT1で示されるノイズ発生期間）が τ_a , τ_b , τ_c であったとする。

【0033】

かかる場合には、補間制御部6は、ホールド期間 τ_a では予測値 $\langle Y_a \rangle$ をホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として保持する。また、ホールド期間 τ_b では予測値 $\langle Y_b \rangle$ をホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として保持する。また、ホールド期間 τ_c では予測値 $\langle Y_c \rangle$ をホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として保持する。

【0034】

そして更に、ホールド期間 τ_a の期間内において、サンプリング間隔 ΔT 毎に予測器7より出力される各予測値 $\langle Y \rangle$ が、 $\langle Y_{a1} \rangle$, $\langle Y_{a2} \rangle$, $\langle Y_{a3} \rangle \dots$ であったとすると、補間制御部6は、既に保持しておいたホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ と予測値 $\langle Y_{a1} \rangle$, $\langle Y_{a2} \rangle$, $\langle Y_{a3} \rangle \dots$ との差、すなわち、 $(\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a1} \rangle)$, $(\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a2} \rangle)$, $(\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a3} \rangle) \dots$ を求めて、夫々の差（変化量）を補間量 S_{cmp} とする。つまり、補間制御部6は、ホールド期間 τ_a に較べて短時間のサ

ンプリング間隔 ΔT に同期して、上述の差 ($\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a1} \rangle$) , ($\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a2} \rangle$) , ($\langle Y_a \rangle - \langle Y_{a3} \rangle$) ... を求め、時間的に高分解能の補間量 S_{cmp} を求める。

【 0 0 3 5 】

また、上述のホールド期間 τ_b の期間内において、サンプリング間隔 ΔT 毎に予測器 7 より出力される各予測値 $\langle Y \rangle$ が、 $\langle Y_{b1} \rangle$, $\langle Y_{b2} \rangle$, $\langle Y_{b3} \rangle$, $\langle Y_{b4} \rangle$... であったとすると、その場合にも同様に、補間制御部 6 は、既に保持しておいたホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ と予測値 $\langle Y_{b1} \rangle$, $\langle Y_{b2} \rangle$, $\langle Y_{b3} \rangle$, $\langle Y_{b4} \rangle$... との差、すなわち ($\langle Y_b \rangle - \langle Y_{b1} \rangle$) , ($\langle Y_b \rangle - \langle Y_{b2} \rangle$) , ($\langle Y_b \rangle - \langle Y_{b3} \rangle$) , ($\langle Y_b \rangle - \langle Y_{b4} \rangle$) ... を求めて、夫々の差 (変化量) を補間量 S_{cmp} とする。

【 0 0 3 6 】

そして以下同様に、補間制御部 6 は既に保持しておいたホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ と、サンプリング間隔 ΔT 毎に得られる予測値 $\langle Y \rangle$ との差 (変化量) 、すなわち補間量 S_{cmp} を求めるための処理を繰り返す。

更に補間制御部 6 は、ホールド制御信号 $CNT1$ で示されるホールド期間において、上述の補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{h1} に対し補間すべきか決定する。

【 0 0 3 7 】

つまり、予測演算によっていわゆる元の信号を予測する機能を有する予測器 7 は、例えばサンプル信号 Y の周波数特性等が変動すると、精度の良い予測演算が困難となり、上述のパイロット信号やサブキャリアに近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を正確に求めることが困難となる場合がある。そして、予測器 7 がパイロット信号やサブキャリアに近似しない不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ を出力した場合、補間制御部 6 で生成される上述の補間量 S_{cmp} も不適切な値になり、合成部 5 がこの不適切な補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{h1} に合成することでホールド信号 Y_{h1} の欠落している信号成分を補間することになると、却って出力信号 Y_{out} にノイズが追加されてしまうという悪い効果が生じることになる。つまり、保持部 4 においてノイズ除去されたホールド信号 Y_{h1} に対して、不適切な補間量 S_{cmp} が合成されてしまい、却って補間処理を行わない方や良いという逆効果を招くことになる。

【 0 0 3 8 】

そこで、補間制御部 6 は、不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合には、補間量 S_{cmp} を合成部 5 に供給するのを止める、または、合成部 5 に対し合成処理の禁止を指示することにより、ホールド信号 Y_{h1} をそのまま出力信号 Y_{out} として通過させ、ノイズの無い出力信号 Y_{out} として出力させる。一方、適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合には、補間量 S_{cmp} を合成部 5 に供給してホールド信号 Y_{h1} に合成させることにより、例えばパイロット信号やサブキャリア等の欠落していた信号成分を補間した出力信号 Y_{out} を出力させる。

【 0 0 3 9 】

かかる補間処理を行うべく、補間制御部 6 は、まず、ホールド制御信号 CNT 1 で示されるホールド期間において、ホールド信号 Y_{h1} と予測値 $\langle Y \rangle$ とをサンプリング間隔 ΔT よりも更に短時間の時間間隔で入力し、その入力の度に、ホールド期間におけるホールド信号 Y_{h1} の値（レベル）と予測値 $\langle Y \rangle$ とを比較し、ホールド信号 Y_{h1} に対し予測値 $\langle Y \rangle$ が所定条件より大きく乖離している場合にはその予測値 $\langle Y \rangle$ を不適切、上述の乖離が所定条件より小さい場合には予測値 $\langle Y \rangle$ を適切なものとする。

【 0 0 4 0 】

そして、不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ を検出したときには、上述の補間量 S_{cmp} によるホールド期間における補間を停止又は禁止し、適切な予測値 $\langle Y \rangle$ を検出したときには、ホールド期間において補間量 S_{cmp} による補間を行う。

より具体的には、補間制御部 6 は、ホールド期間内の同時刻に取得した予測値 $\langle Y \rangle$ とホールド信号 Y_{h1} との差分の絶対値 $|\langle Y \rangle - Y_{h1}|$ と、そのホールド信号 Y_{h1} の絶対値 $|Y_{h1}|$ とを求める。そして、次式（1）で表される条件に該当した場合には、予測値 $\langle Y \rangle$ を不適切なものとする。

【 0 0 4 1 】

$$|\langle Y \rangle - Y_{h1}| > |Y_{h1}| \quad \cdots \cdots (1)$$

一方、次式（2）で表される条件に該当した場合には、予測値 $\langle Y \rangle$ を適切なものとする。

【 0 0 4 2 】

$$|\langle Y \rangle - Y_{h1}| \leq |Y_{h1}| \quad \cdots \cdots (2)$$

つまり、上述した例えばサンプル信号 Y の周波数特性等が変動し、その結果、上記式 (1) の条件に該当するような予測値 $\langle Y \rangle$ が生成されたとすると、その予測値 $\langle Y \rangle$ はホールド信号 Y_{h1} に対して大きく乖離した値になった場合に相当することになり、更にその乖離の大きな予測値 $\langle Y \rangle$ に基づいて生成される補間量 S_{cmp} は、補間に利用するには不適切な値となってしまう。したがって、合成部 5 がその不適切な補間量 S_{cmp} をホールド期間においてホールド信号 Y_{h1} に合成することになると、その補間量 S_{cmp} が逆にノイズとなって出力信号 Y_{out} に混入するという逆効果を招くこととなるため、補間制御部 6 は、上述の不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合には、ホールド期間において、補間量 S_{cmp} による補間を行うのを停止又は禁止する。

【 0 0 4 3 】

一方、上記式 (2) の条件に該当するような予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合には、その予測値 $\langle Y \rangle$ はホールド信号 Y_{h1} に対して乖離の小さな値となった場合に相当することになり、更にその乖離の小さな予測値 $\langle Y \rangle$ に基づいて生成される補間量 S_{cmp} は補間に適した値となる。したがって、補間制御部 6 は、合成部 5 に指示して、その適切な補間量 S_{cmp} をホールド期間においてホールド信号 Y_{h1} に合成させることにより、パイロット信号やサブキャリア等の欠落していた信号成分を補間した出力信号 Y_{out} を生成させる。

【 0 0 4 4 】

このように本実施形態のノイズ除去装置 3 によれば、まず、保持部 4 において入力信号 Y_{in} のノイズを適切に除去するので、ノイズ低減効果の得られる出力信号 Y_{out} を生成することができる。

【 0 0 4 5 】

更に、仮に除去すべきでない信号成分（例えば、上述のパイロット信号やサブキャリア等の必要な信号成分）が保持部 4 において除去され、必要な信号成分の欠落したホールド信号 Y_{h1} が生じた場合、それらの信号成分を予測器 7 が予測すると共に、補間制御部 6 がその予測値 $\langle Y \rangle$ に基づいて補間量 S_{cmp} を生成し、更に合成部 5 がホールド期間において補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{h1} に補間（合成）するので、必要な信号成分を有した出力信号 Y_{out} を生成することができ

る。

【0046】

更に、何らかの影響で予測器7が適切な予測値 $\langle Y \rangle$ を求めることができないような場合、その不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ に基づいて生成される補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{hl} に対して補間しないようにしたので、適切な補間処理を行うことができ、ノイズ低減効果の得られる出力信号 Y_{out} を生成することができる。

【0047】

このように、入力信号 Y_{in} に含まれているノイズを保持部4で除去すると共に、そのノイズ除去に伴って除去された信号成分を、予測器7で予測された予測値 $\langle Y \rangle$ に基づいて生成した補間量 S_{cmp} によって補間し、更に、補間処理に際して、予測値 $\langle Y \rangle$ が不適切な場合には上記補間量 S_{cmp} による補間を行わず、予測値 $\langle Y \rangle$ が適切な場合に補間を行うので、ノイズの除去と必要な信号成分の補間とを可能にし、更に不適切な補間量で補間してしまう等の問題の発生を未然に防止することができる。

よって、必要な信号成分を除去してしまうといった問題の発生を未然に防止しつつ、ノイズの除去を適切に行うことが可能なノイズ除去装置を提供することができる。

【0048】

【実施例】

次に、図3乃至図7を参照して、ノイズ除去装置の実施例を説明する。

【0049】

なお、本実施例のノイズ除去装置は、スーパーヘテロダイン方式の車載用FM受信機に設けられるものであり、その車載用FM受信機に備えられている選局回路、周波数変換器等及び検波器によって生成されるFM検波信号を入力信号 Y_{in} として入力する。

そして、その入力信号 Y_{in} に重畳している例えばイグニッションノイズ等のノイズを除去すると共に、パイロット信号やサブキャリア等の必要な信号成分の欠落を防止すべく適切な補間処理を施したFM検波信号 Y_{out} を生成して出力する。

【 0 0 5 0 】

まず、図 3 を参照して本ノイズ除去装置の構成を詳述する。

本ノイズ除去装置は、図 2 に示した保持部 4 に相当するホールド回路 4 a 及びホールド制御信号生成部 4 b と、合成部 5 に相当する加算器 5 と、予測器 7 に相当する予測フィルタ 7 が備えられている。

【 0 0 5 1 】

更に、図 2 に示した補間制御部 6 に相当する回路が、第 1 のスイッチ素子 SW 1 と第 2 のスイッチ素子 SW 2、ホールド回路 6 a、減算器 6 b、誤差検出部 6 c 及びクロック発生部 6 d によって形成されている。

【 0 0 5 2 】

ここで、ホールド制御信号生成部 4 b は、ノイズ除去の対象とすべきノイズの周波数帯域に合わせられた通過帯域を有するハイパスフィルタに入力信号 Y in を通し、そのハイパスフィルタを通過したノイズを波形整形することによって、ノイズの発生期間を表す矩形波状のホールド制御信号 CNT 1 を生成する。

なお、ホールド制御信号 CNT 1 は、上述のノイズ発生期間において論理 “H”、ノイズが発生していない期間で論理 “L” となる 2 値信号として生成されるようになっている。

そして、ホールド制御信号生成部 4 b は、ホールド制御信号 CNT 1 を第 1、第 2 のホールド回路 4 a、6 a と、第 1 のスイッチ素子 SW 1 に供給する。

【 0 0 5 3 】

ホールド回路 4 a は、ホールド制御信号 CNT 1 によって制御される所謂 S/H 回路（サンプルホールド回路）で形成されており、ホールド制御信号 CNT 1 が論理 “L” のときには、入力信号 Y in をそのままホールド信号 Y h1 として通過させる。一方、ホールド制御信号 CNT 1 が論理 “L” から “H” に反転すると、ホールド回路 4 a は、その立ち上がりエッジの時点で入力信号 Y in の信号成分をホールドし、ホールド制御信号 CNT 1 が論理 “H” から “L” に再び戻るまでの期間（ホールド期間）、ホールド信号 Y h1 のレベルを上述のホールドした信号成分のレベルに維持して出力する。

【 0 0 5 4 】

加算器 5 は、詳細については後述するが、ホールド制御信号 $CNT1$ が論理 “H” となっているホールド期間においてスイッチ素子 $SW1$ 側より補間量 S_{cmp} が供給されると、その補間量 S_{cmp} をホールド信号 Y_{hl} に加算することで、補間処理を施した出力信号 Y_{out} を生成して出力する。また、スイッチ素子 $SW1$ 側より補間量 S_{cmp} が供給されないと上述の加算処理を行わず、ホールド信号 Y_{hl} をそのまま通過させて、出力信号 Y_{out} として出力する。

【 0 0 5 5 】

予測フィルタ 7 は、出力信号 Y_{out} を予測演算の対象とすべきサンプル信号 Y として入力する。つまり、所定のサンプリング間隔 ΔT に同期して、そのサンプル信号 Y をサンプル値系列として入力する。そして、サンプリング間隔 ΔT に同期してサンプル信号 Y を入力する度に、サンプリング間隔 ΔT の整数倍 n の期間 $T (= n \times \Delta T)$ 内において今まで入力した複数個 n のサンプル値系列を利用して予測演算することで、入力信号 Y_{in} に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を生成する。

【 0 0 5 6 】

より詳細に述べると、予測フィルタ 7 は、図 4 (a) に示す構成を有する一次のデジタルフィルタで形成されている。

つまり、予測フィルタ 7 は、直列接続された 24 個 ($n = 24$) の遅延素子 $DL1 \sim DL24$ と、第 12 番目の遅延素子 $DL12$ の出力点に接続された係数器 7 a と、第 24 番目の遅延素子 $DL24$ の出力点に接続された係数器 7 b と、係数器 7 a の出力から係数器 7 b の出力を減算する減算器 7 c とを備えて構成されている。

【 0 0 5 7 】

これらの遅延素子 $DL1 \sim DL24$ は何れも、サンプリング間隔 ΔT と等しい遅延時間 D に設定されており、最前段に位置する遅延素子 $DL1$ にサンプル信号 Y (すなわち、出力信号 Y_{out}) が入力されることで、そのサンプル信号 Y をサンプル値系列として入力し、各遅延時間 D に従ってより後段側の遅延素子へと転送させていく。

【 0 0 5 8 】

更に、サンプリング間隔 ΔT 及び遅延時間 D は、周波数 228 kHz の逆数に

相当する時間、 $1 / (228 \times 10^3)$ 秒に設定されており、FM検波信号に含まれている19 kHzのパイロット信号と38 kHzのサブキャリアに相当する予測値 $\langle Y \rangle$ を忠実に近似するために設定されている。

【0059】

つまり、本実施例では、19 kHzと38 kHzとの最小公倍数の周波数 f_c に対して整数倍 k (k は自然数)の関係をもつ周波数($k \times f_c$)として、228 kHzの高い周波数に決め、サンプリング間隔 ΔT と遅延時間 D をより細かく設定することによって、サンプル信号 Y を時間的に高分解能でサンプリングするようにしている。

【0060】

係数器7aと7bは増幅器等で形成されており、係数器7aは第12番目の遅延素子DL12から出力されるサンプル値 Y_{12} を2倍にして出力し、係数器7bは最終段の遅延素子DL12から出力されるサンプル値 Y_{24} を1倍にして出力する。

【0061】

減算器7cは、係数器7aより出力されるサンプル値($2 \times Y_{12}$)から、係数器7bより出力されるサンプル値(Y_{24})を減算することにより、次式(3)で表される一次の予測演算を行って、予測値 $\langle Y \rangle$ を求める。

【0062】

$$\langle Y \rangle = (2 \times Y_{12}) - (Y_{24}) \quad \dots\dots (3)$$

かかる構成を有する予測フィルタ7は、次のような特徴を有しており、特にFM検波信号に含まれている19 kHzのパイロット信号と、38 kHzのサブキャリアとを再現し得る予測値 $\langle Y \rangle$ を生成する機能を有している。

【0063】

つまり、12個の遅延素子DL1～DL12による合計の遅延時間 T_1 と、12個の遅延素子DL13～DL24による合計の遅延時間 T_2 は、 $T_1 = T_2 = T / 2$ で表される関係に設定されている。

【0064】

したがって、遅延時間 T_1 (あるいは T_2) に比例した周期で所謂定常的に発生するパイロット信号又はサブキャリアの信号成分がサンプル信号 Y に含まれて

いと、その信号成分のサンプル値系列が、前段側に位置している 1 2 個の遅延素子 D L 1 ~ D L 12 と、後段側に位置している 1 2 個の遅延素子 D L 13 ~ D L 24 に夫々存在する状態となる。

【 0 0 6 5 】

更に、その信号成分の遅延素子 D L 1 ~ D L 12 中に存在するサンプル値系列と、遅延素子 D L 13 ~ D L 24 中に存在するサンプル値系列は、遅延時間 T 1 (あるいは T 2) の位相差を有することになるため、遅延素子 D L 12 から出力されるサンプル値 Y 12 と遅延素子 D L 24 から出力されるサンプル値 Y 24 は、互いに相関関係を有したサンプル値として、遅延時間 D に同期して順次に出力される。

【 0 0 6 6 】

例えば、定常的なパイロット信号やサブキャリアに相当するサンプル値が 1 1 番目の遅延素子 D L 11 に存在するときには、その遅延素子 D L 11 よりも遅延時間 T 1 (あるいは T 2) の位相差分だけ前に位置している遅延素子 D L 23 にも、パイロット信号やサブキャリアの成分に相当するサンプル値が存在することになる。そして、サンプリング間隔 ΔT に同期してそれらの遅延素子 D L 11, D L 23 の各サンプル値は遅延素子 D L 12, D L 24 に転送されサンプル値 Y 12, Y 24 として出力されることとなるため、サンプル値 Y 12, Y 24 はパイロット信号やサブキャリアの特徴を有し、相関関係を有したサンプル値として出力される。

【 0 0 6 7 】

そして、これら相関関係を有している一方のサンプル値 Y 12 を係数器 7 a が 2 倍し、他方のサンプル値 Y 24 を係数器 7 b が 1 倍して、両者を減算器 7 c が減算すると、パイロット信号又はサブキャリアの信号成分に近似した値のサンプル値 $\{ (2 \times Y 12) - (Y 24) \}$ が予測値 $\langle Y \rangle$ として、予測演算される。

【 0 0 6 8 】

特に、本予測フィルタ 7 によって予測演算を行うと、サンプル値 Y 12 と Y 24 が互いに強い相関関係を有している場合には、上述の減算処理によって得られるサンプル値 $\{ (2 \times Y 12) - (Y 24) \}$ が、遅延素子 D L 12 より出力されるサンプル値 Y 12 又は遅延素子 D L 24 より出力されるサンプル値 Y 24 とほぼ同じ値となることから、パイロット信号又はサブキャリアの信号成分に近似した予測値 $\langle Y \rangle$

を減衰させずに求めることができる。

【0069】

これに対し、周期性を持たないノイズ成分や信号成分のサンプル値 Y_{12} 、 Y_{24} が遅延素子 D_{L12} 、 D_{L24} より出力されているときには、それらのサンプル値 Y_{12} 、 Y_{24} が相関関係を有さないため、そのとき減算器 7c より出力されるサンプル値 $\{(2 \times Y_{12}) - (Y_{24})\}$ は、上述の相関関係を有しているサンプル値 Y_{12} と Y_{24} から得られるサンプル値 $\{(2 \times Y_{12}) - (Y_{24})\}$ よりも小さな値となる。

【0070】

したがって、本予測フィルタ 7 によれば、周期性を有している定常的なパイロット信号又はサブキャリアに近似した予測値 $\langle Y \rangle$ は減衰させることなく求めることができ、周期性を持たないノイズ等に関する予測値 $\langle Y \rangle$ は減衰させてしまうので、本来求めるべきパイロット信号又はサブキャリアに近似した予測値 $\langle Y \rangle$ をより強調して求めることが可能となっている。

【0071】

図 4 (b) は、以上に述べた予測フィルタ 7 の入出力特性を表したものである。つまり、様々な周波数のサンプル信号 Y を予測フィルタ 7 に入力し、その際得られる各周波数のサンプル信号 Y と予測値 $\langle Y \rangle$ との差（予測誤差量）をデシベル表示したものである。よって、同図中、予測値 $\langle Y \rangle$ がサンプル信号 Y に良く近似した値となる場合には、予測誤差量 $(\langle Y \rangle - Y)$ は 0 (dB) に近づき、逆に予測値 $\langle Y \rangle$ がサンプル信号 Y に近似した値とならないと、予測誤差量 $(\langle Y \rangle - Y)$ は 0 (dB) よりも大きな値になることを示している。

【0072】

同図から解るように、予測フィルタ 7 は、1 kHz 近傍の周波数より低い周波数域のサンプル信号 Y に対しては、予測誤差量が小さくなることから、そのサンプル信号 Y に良く近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を求めることが可能となっている。

また、19 kHz の整数倍に相当する周波数（19 kHz、38 kHz、……）の信号成分に対しても、予測誤差量が小さくなることから、パイロット信号又はサブキャリアに近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を減衰させることなく求めることが可

能となっている。

【0073】

一方、19kHzより高い周波数域において、19kHzの整数倍からずれた周波数のサンプル信号Yに対しては予測誤差量が大きくなることから、パイロット信号又はサブキャリア以外の信号成分やノイズ等をサンプル信号Yとして入力した場合には、減衰された予測値 $\langle Y \rangle$ が求まる。別言すれば、パイロット信号又はサブキャリア以外の信号成分やノイズ等に対する予測値を実質的に求めないようになっている。

【0074】

なお、本ノイズ除去装置は、この予測フィルタ7の特徴を利用して、適切なノイズ除去及び補間処理を行うものであるが、その詳細については後述することとする。

【0075】

再び図3において、ホールド回路6aは、ホールド制御信号CNT1が論理“L”から“H”に反転するいわゆる立ち上がりエッジに同期して予測値 $\langle Y \rangle$ をホールドし、ホールド制御信号CNT1が論理“H”となっているホールド期間中、そのホールドした予測値 $\langle Y \rangle$ をホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として継続して出力する。一方、ホールド制御信号CNT1が論理“L”のとき、別言すれば、ホールド期間でないときには、ホールド回路6aは、予測値 $\langle Y \rangle$ をホールドすることなく通過させ、そのままホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として出力する。

【0076】

減算器6bは、上述のホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ とサンプリング間隔 ΔT に同期して予測フィルタ7より出力される予測値 $\langle Y \rangle$ との差 ΔY （すなわち、 $\langle Y_{h2} \rangle - \langle Y \rangle$ ）を求め、スイッチ素子SW2側へ出力する。

【0077】

したがって、減算器6bは、ホールド制御信号CNT1が論理“L”のとき（ホールド期間でないとき）には、予測器7から直接供給される予測値 $\langle Y \rangle$ と、ホールド回路6aを介してホールド予測値 $\langle Y_{h2} \rangle$ として供給される予測値 $\langle Y \rangle$ とを減算することにより、ほぼ値が0となる差 ΔY を出力する。

【0078】

これに対しホールド期間中では、減算器6bは、ホールド回路6aにてホールドされているホールド予測値 $\langle Yh2 \rangle$ と、サンプリング間隔 ΔT に同期して予測フィルタ7より供給される予測値 $\langle Y \rangle$ との差 ΔY を求め、この差 ΔY をホールド予測値 $\langle Yh2 \rangle$ に対する予測値 $\langle Y \rangle$ の変化量として出力する。

【0079】

誤差検出部6cは、図5に示す構成を有しており、予測値 $\langle Y \rangle$ とホールド信号 $Yh1$ とを信号処理することにより、スイッチ素子SW2をオンオフ制御するための制御信号CNT2を生成する。なお、誤差検出部6cは、クロック発生部6dから供給されるクロック信号（上述のサンプリング間隔 ΔT よりも長い時間周期に設定されている）CKに同期して上述の信号処理を行う。

すなわち、誤差検出部6cは、減算器6ca、絶対値演算部6cb、6cd、最大値検出部6cc、6ce、及び比較器6cfを備えて構成されている。

【0080】

ここで、減算器6caは、予測値 $\langle Y \rangle$ からホールド信号 $Yh1$ を減算し、その減算結果Saを絶対値演算部6cbへ出力する。

絶対値演算部6cbは、減算結果Saの絶対値、すなわち $|\langle Y \rangle - Yh1|$ を求め、演算結果Sbとして最大値検出部6ccへ出力する。

【0081】

最大値検出部6ccは、クロック信号CKの各周期内において生じる演算結果Sbの最大値を検出し、得られた最大値Scをその各周期毎に同期して出力する。

更に、絶対値演算部6cdは、ホールド信号 $Yh1$ の絶対値、すなわち $|Yh1|$ を求め、演算結果Sdとして最大値検出部6ceへ出力する。

【0082】

最大値検出部6ceは、上述の最大値検出部6ccと同様に、クロック信号CKの各周期内において生じる演算結果Sdの最大値を検出し、得られた最大値Seをその各周期毎に同期して出力する。

【0083】

比較器6cfは、最大値ScとSeを比較する。そして、最大値Scが最大値Seよ

り大きな値のとき（すなわち、 $S_c > S_e$ のとき）には、論理“L”となる制御信号CNT 2を出力する。つまり、最大値 S_c と S_e が上述の $S_c > S_e$ の関係となった場合、比較器6 cfは、予測値 $\langle Y \rangle$ がホールド信号Y h1に対し大きく乖離した値であり、パイロット信号やサブキャリアに近似していない不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が予測されたものとして、論理“L”となる制御信号CNT 2を出力する。

【0084】

一方、最大値 S_c が最大値 S_e より小さな値のとき（すなわち、 $S_c \leq S_e$ のとき）には、比較器6 cfは、予測値 $\langle Y \rangle$ がホールド信号Y h1に対し大きく乖離していない値であり、パイロット信号やサブキャリアに近似した適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が予測されたものとして、論理“H”となる制御信号CNT 2を出力する。

【0085】

そして、比較器6 cfは、論理“L”の制御信号CNT 2をスイッチ素子SW 2に供給することにより、減算器6 bとスイッチ素子SW 1間をオフ（非導通）にし、補間量として求められた差 ΔY をスイッチ素子SW 1側へ供給するのを禁止する。

【0086】

また、比較器6 cfは、図3に示されている論理“H”の制御信号CNT 2をスイッチ素子SW 2に供給することにより、減算器6 bとスイッチ素子SW 1間をオン（導通）にし、補間量として求められた差 ΔY をスイッチ素子SW 1側へ供給する。

【0087】

スイッチ素子SW 1は、ホールド制御信号CNT 1に従ってオンオフ動作する。

すなわち、スイッチ素子SW 1は、ホールド制御信号CNT 1が論理“H”となる期間（ホールド期間）においてオンとなり、スイッチ素子SW 2を介して転送されてくる差 ΔY を補間量 S_{cmp} として加算器5に供給する。

【0088】

また、スイッチ素子SW 1は、ホールド制御信号CNT 1が論理“L”となる期間（ホールド期間以外の期間）ではオフとなり、差 ΔY を加算器5に供給する。

のを停止又は禁止する。

【0089】

したがって、スイッチ素子SW1、SW2は、下記の第1条件の場合には、差 ΔY を補間量S_{cmp}として加算器5に供給し、第2条件の場合には、補間量S_{cmp}として加算器5に供給するのを停止又は禁止する。

〔第1条件〕

ホールド制御信号CNT1と制御信号CNT2が共に論理“H”のとき、差 ΔY を補間量S_{cmp}として加算器5に供給する。

〔第2条件〕

制御信号CNT2が論理“L”のときには、ホールド制御信号CNT1に関わらず、差 ΔY を補間量S_{cmp}として加算器5に供給しない。

【0090】

これら第1、第2条件に基づいてスイッチ素子SW1、SW2のオンオフ動作が制御されると、第1条件が満足されるときには、上述の適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合に相当することから、加算器5は、ホールド信号Y_{h1}に対して適切な補間量S_{cmp}を加算する。よって、第1条件が満足されるときには、ホールド信号Y_{h1}のホールド期間におけるホールド信号成分に、適切な補間量S_{cmp}が加算され、ホールド回路4aのホールド処理に際して欠落することとなった信号成分を適切に補間する。

【0091】

また、第2条件が満足されるときには、上述の不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ が生成された場合に相当することから、加算器5は、たとえホールド期間であっても、ホールド信号Y_{h1}に対して不適切な補間量S_{cmp}を加算しない。

【0092】

次に、かかる構成を有するノイズ除去装置の動作を、図6及び図7に示すタイミングチャートを参照して説明する。なお、これら図6及び図7に示されている波形は、全て同じ時間軸に合わせて示されている。

【0093】

図6(a)はクロック発生部6dより出力されるクロックCK、同図(b)は

ノイズ N_z が重畳した入力信号 Y_{in} 、同図 (c) はホールド信号 Y_{hl} 、同図 (d) は予測フィルタ 7 で生成される予測値 $\langle Y \rangle$ の各波形列を示している。

【0094】

また、図 7 (a) は、図 5 に示した減算器 6 ca より出力される減算結果 S_a 、同図 (b) は絶対値演算部 6 cb の演算結果 S_b 、同図 (c) は絶対値演算部 6 cd の演算結果 S_d 、同図 (d) は最大値検出部 6 cc, 6 ce より出力される最大値 S_c と S_e の各波形列を示し、更に、図 7 (e) は、比較器 6 cf より出力される制御信号 CNT_2 を入力信号 Y_{in} に対応させて示している。

【0095】

まず、動作を詳細に説明する前に、入力信号 Y_{in} を入力して出力信号 Y_{out} を生成するまでの動作を概説する。

【0096】

図 6 (b) に例示するような入力信号 Y_{in} が入力されると、ホールド制御信号生成部 4 b がノイズ N_z を検出し、そのノイズ N_z の発生期間に相当するホールド期間を表すホールド制御信号 CNT_1 を出力する。

【0097】

更にホールド回路 4 a が、ホールド制御信号 CNT_1 に従って、ホールド処理を行うことで、図 6 (c) に示すようなノイズ除去を施したホールド信号 Y_{hl} を出力する。

【0098】

そして、ホールド期間において、上述の第 1 条件に従ってスイッチ素子 SW_1 、 SW_2 側から加算器 5 に補間量 S_{cmp} が供給されると、加算器 5 は、ホールド信号 Y_{hl} に対し補間量 S_{cmp} を加算し、それによって、パイロット信号やサブキャリアその他の必要な信号成分を補間した出力信号 Y_{out} を生成して出力する。

【0099】

また、予測フィルタ 7 が予測演算することでパイロット信号やサブキャリアその他の必要な信号成分に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を生成し、更にホールド回路 6 a と減算器 6 b が、その予測値 $\langle Y \rangle$ からパイロット信号やサブキャリアその他の必要な信号成分を補間するための差 ΔY を生成し、上述のスイッチ素子 SW_1 、

SW 2 によるオンオフ制御の下で、その差 ΔY を補間量 S_{cmp} として加算器 5 に供給することにより、適切な補間を行わせる。

【0100】

このように、予測フィルタ 7 とホールド回路 6 a と減算器 6 b 及びスイッチ素子 SW 1, SW 2 とから成るいわゆる帰還経路が、加算器 5 に対して設けられているため、ホールド信号 Y_{h1} では欠落されることになったパイロット信号やサブキャリアその他の信号成分が補間量 S_{cmp} によって補間され、その結果、ノイズについては適切に除去され、必要な信号成分については適切な補間のなされた出力信号 Y_{out} が生成されるようになっている。

【0101】

次に、本ノイズ除去装置の動作を詳細に説明する。

【0102】

上述したように、図 6 (a) に例示したノイズ N_z を含んだ入力信号 Y_{in} が供給されると、ホールド回路 4 a から図 6 (b) に示したホールド信号 Y_{h1} が出力され、補間処理のなされた出力信号 Y_{out} が加算器 5 より出力されることとなる。

そして、予測フィルタ 7 がサンプル信号 Y を入力して予測演算を行うと、図 6 (d) に示すような予測値 $\langle Y \rangle$ を出力する。

【0103】

一方、図 5 に示した構成から成る誤差検出部 6 c では、上述の帰還経路による処理と並行して、ホールド信号 Y_{h1} と予測値 $\langle Y \rangle$ とに基づいて制御信号 CNT_2 を生成するための処理が行われる。

つまり、図 5 に示した減算器 6 ca が、ホールド信号 Y_{h1} と予測値 $\langle Y \rangle$ を入力し、予測値 $\langle Y \rangle$ からホールド信号 Y_{h1} を減算することにより、図 7 (a) に示す減算結果 S_a を出力する。

【0104】

また、絶対値演算部 6 cb が減算結果 S_a の絶対値を求めることにより、図 7 (b) に示す演算結果 S_b を出力する。

また、絶対値演算部 6 cd がホールド信号 Y_{h1} の絶対値を求めることにより、図

7 (c) に示す演算結果 S_d を出力する。

【0105】

そして、最大値検出部 6cc が、クロック CK の各周期における演算結果 S_b の最大値 S_c 、最大値検出部 6ce が、クロック CK の各周期における演算結果 S_d の最大値 S_e を検出することにより、図 7 (d) に示す階段波状の最大値 S_c と S_e を出力する。

【0106】

ここで、図 6 (d) に示されている予測値 $\langle Y \rangle$ は、図 4 (b) に示した予測フィルタ 7 の特性に依存した波形となる。つまり、図 4 (b) に示したように、予測フィルタ 7 は、サンプル信号 Y に含まれている約 1 kHz より低周波域の信号成分等と、19 kHz の整数倍の周波数の信号成分等を予測演算する際の予測誤差量が小さくなるという特性を有していることから、上述の低周波域と 19 kHz の整数倍の周波数の信号成分等の予測値 $\langle Y \rangle$ を大きな値で生成する。

したがって、19 kHz のパイロット信号と 38 kHz のサブキャリアの夫々の予測値 $\langle Y \rangle$ が適切に生成される。

【0107】

ところが、図 4 (b) に示されるように、これらパイロット信号とサブキャリアよりも高い周波数であって、19 kHz の整数倍に当たる周波数における予測誤差量も小さいことから、これらの周波数の信号成分やノイズ成分等の予測値 $\langle Y \rangle$ も大きな値で生成されてしまう場合があり、特に、それらの予測値 $\langle Y \rangle$ がパイロット信号とサブキャリアの予測値 $\langle Y \rangle$ よりも大きな値となった場合には、加算器 5 が不適切な補間量 S_{cmp} によってホールド信号 S_{h1} を補間してしまうという問題を生じる。

【0108】

そこで、図 5 に示した誤差検出部 6c が、上述の 19 kHz の整数倍に当たる周波数の信号成分やノイズ成分等の予測値 $\langle Y \rangle$ が不適切な（大きく乖離した）値となった場合を検出し、不適切な補間を行うのを停止又は禁止するための処理を行っている。

【0109】

まず、図 5 中の減算器 6 ca が、予測値 $\langle Y \rangle$ とホールド信号 Y_{h1} との差を求めることで、図 6 (a) に示したように、ホールド信号 Y_{h1} に対する予測値 $\langle Y \rangle$ の乖離量を表す減算値 S_a を求め、更に、絶対値演算部 6 cb が減算値 S_a の絶対値を求めることで、上述の乖離量を正值の演算結果 S_b に揃える。

そして、最大値検出部 6 cc が、クロック信号 CK の周期内に生じる演算結果 S_b の最大値を検出することで、上述の最も大きな乖離量を表す最大値 S_c を出力する。

【0 1 1 0】

一方、上述の減算器 6 ca と絶対値演算部 6 cb 及び最大値検出部 6 cc による処理と並行して、絶対値演算部 6 cd が、ホールド信号 Y_{h1} の絶対値 $|Y_{h1}|$ を表す演算結果 S_d を求めて、更に最大値検出部 6 ce が、クロック信号 CK の周期内に生じる演算結果 S_d の最大値を検出することで、ホールド信号 Y_{h1} の最も大きな値を表す最大値 S_e を出力する。

【0 1 1 1】

そして、比較器 6 cf は、上述の最も大きな乖離量を表す最大値 S_c とホールド信号 Y_{h1} の最も大きな値を表す最大値 S_e とを比較し、最大値 S_e に対して最大値 S_c が大きな値であれば、予測値 $\langle Y \rangle$ はホールド信号 S_{h1} に対して大きく乖離しており、不適切な予測値 $\langle Y \rangle$ であるとして、図 7 (e) に示すような論理 “L” となる制御信号 CNT_2 を出力する。また、比較器 6 cf が最大値 S_e と S_c とを比較した結果、最大値 S_e が最大値 S_c より小さな値であれば、予測値 $\langle Y \rangle$ はホールド信号 S_{h1} に対して大きく乖離しておらず、適切な予測値 $\langle Y \rangle$ であるとして、論理 “H” となる制御信号 CNT_2 を出力する。

【0 1 1 2】

そして、比較器 6 cf は、論理 “L” の制御信号 CNT_2 によってスイッチ素子 SW_2 をオフ（非導通）にすることで、上述の第 2 条件に相当する処理、すなわち補間処理を停止又は禁止する。この補間処理の停止又は禁止を設定することで、加算器 5 が不適切な補間量 S_{cmp} によってホールド信号 S_{h1} を補間してしまい、却ってノイズを含んだ出力信号 S_{out} を生成してしまうという問題の発生を未然に防止する。

【0 1 1 3】

また、比較器 6 cf は、論理 “H” の制御信号 CNT 2 によってスイッチ素子 SW 2 をオン（導通）にすることで、上述の第 1 条件に相当する処理、すなわちホールド制御信号 CNT 1 によってスイッチ素子 SW 1 がオンとなっているホールド期間において、加算器 5 に補間処理を行わせる。すなわち、この補間処理を行わせることで、ホールド信号 Sh1 では欠落することとなったパイロット信号やサブキャリアを再現した出力信号 S out を生成させることができる。

【0 1 1 4】

このように、本実施例のノイズ除去装置によれば、ホールド回路 4 a においてノイズ除去の処理が行われた結果欠落することとなったホールド信号 Y h1 中の信号成分を補間する際、誤差検出部 6 c が、予測フィルタ 7 で生成される予測値 $\langle Y \rangle$ が適切か否かを判断し、適切な値のときに限って補間値 S cmp を加算器 5 に供給して補間を行わせるようにしたので、適切なノイズ除去と適切な補間とを両立させることができるという優れた効果を発揮する。

【0 1 1 5】

以上に述べたように、本実施形態並びに実施例のノイズ除去装置によれば、予測器 7 並びに予測フィルタ 7 によって、補間すべき補間量 S cmp の生成を可能とし、ただし、これら予測器 7 と予測フィルタ 7 が適切な予測値を生成し得ない事態が生じた場合には、補間処理を停止又は禁止し、適切な予測値が生成された場合には補間処理を行うようにしたので、適切なノイズ除去と適切な補間とを両立させることができる。

【0.1 1 6】

なお、上述の実施例では、図 5 に示した誤差検出部 6 c では、最大値検出部 6 cc, 6 ce がクロック CK で設定される所定期間において生じる演算結果 S b, S d の各最大値 S c, S e を求め、その最大値 S c, S e を比較器 6 cf が比較することで、予測値 $\langle Y \rangle$ が不適切か否か検出することとしている。しかし、必ずしも上述の最大値 S c, S e を求める必要はない。つまり、最大値検出部 6 cc, 6 ce を省略し、比較器 6 cf が演算結果 S b, S d を比較し、 $S b > S d$ のときには予測値 $\langle Y \rangle$ は不適切であるとして、論理 “L” となる制御信号 CNT 2 を生成

し、 $S_b \leq S_d$ のときには予測値 $\langle Y \rangle$ は適切であるとして、論理 “H” となる制御信号 CNT 2 を生成するようにしてもよい。

【0 1 1 7】

また、以上の実施形態及び実施例では、主として、FMラジオ受信機で生成されるFM検波信号に含まれることとなった例えば自動車のイグニッションノイズを除去するためのノイズ除去装置について説明したが、自動車のイグニッションノイズ以外のノイズを効果的に除去するためのノイズ除去装置や、FMラジオ受信機以外の各種通信機器やその他の電子機器で処理される信号から様々なノイズを効果的に除去するためのノイズ除去装置として利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来のノイズ除去装置の構成並びに動作を説明するための図である。

【図 2】

本発明の実施の形態に係るノイズ除去装置の構成を示したブロック図である。

【図 3】

本実施例のノイズ除去装置の構成を示した図である。

【図 4】

本実施例のノイズ除去装置に設けられている予測フィルタの構成並びに特性を示した図である。

【図 5】

本実施例のノイズ除去装置に設けられている誤差検出部の構成を示した図である。

【図 6】

本実施例のノイズ除去装置の動作を説明するための図である。

【図 7】

更に、本実施例のノイズ除去装置の動作を説明するための図である。

【符号の説明】

3 … ノイズ除去装置

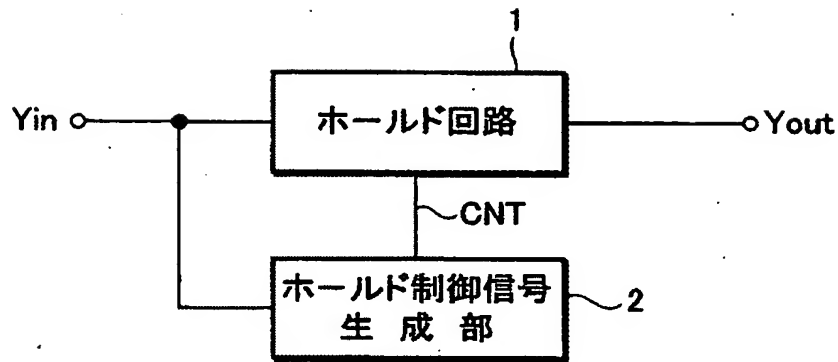
4 … 保持部

- 5 … 合成部、加算器
- 6 … 補間制御部
- 7 … 予測器、予測フィルタ
- 4 a … ホールド回路
- 4 b … ホールド制御信号生成部
- 6 a … ホールド回路
- 6 b … 減算器
- 6 c … 誤差検出部
- 6 ca … 減算器
- 6 cb … 絶対値演算部
- 6 cd … 絶対値演算部
- 6 cc … 最大値検出部
- 6 ce … 最大値検出部
- 6 cf … 比較器
- 8 … FM受信部
- SW 1, SW 2 … スイッチ素子

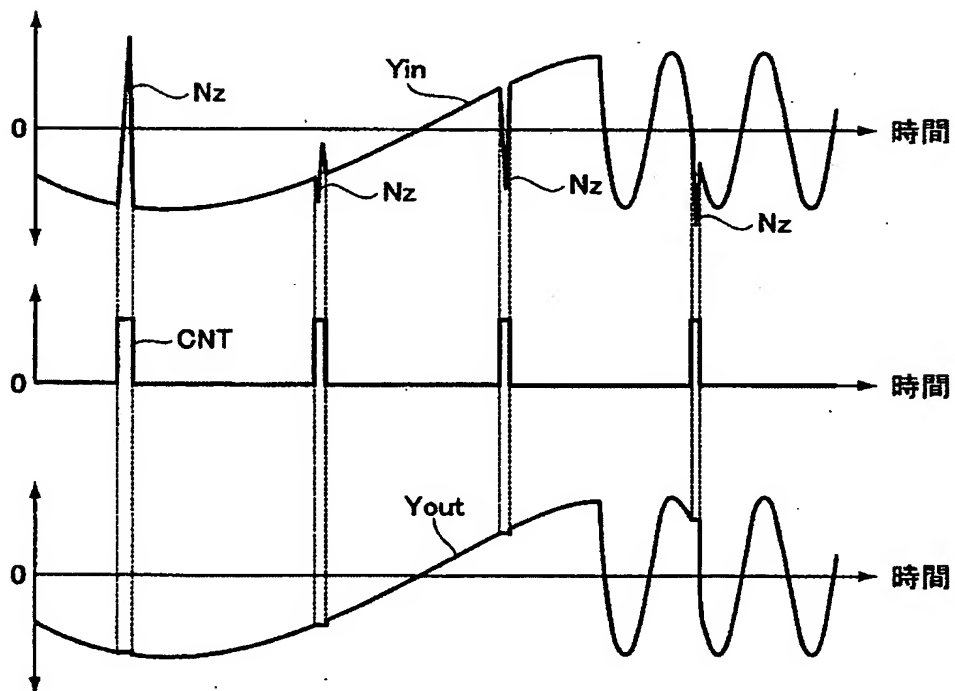
【書類名】 図面

【図 1】

(a)

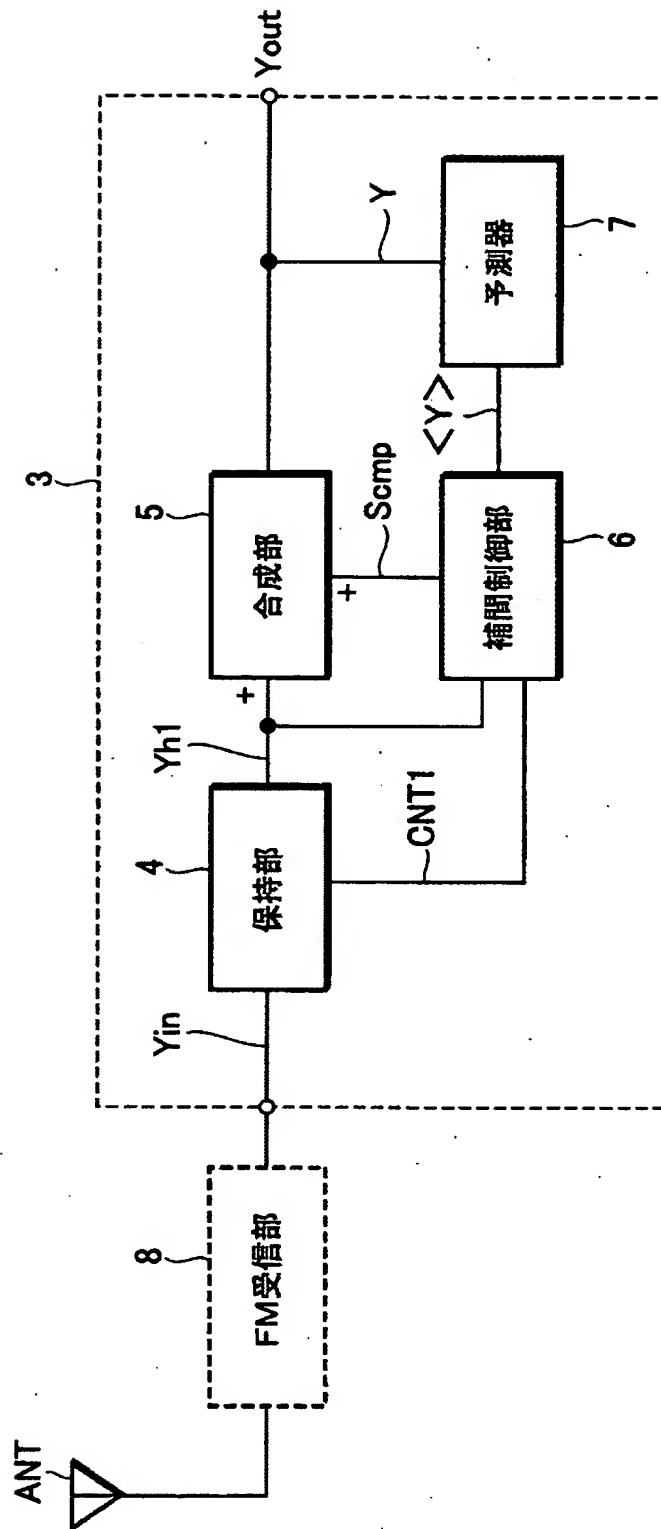


(b)

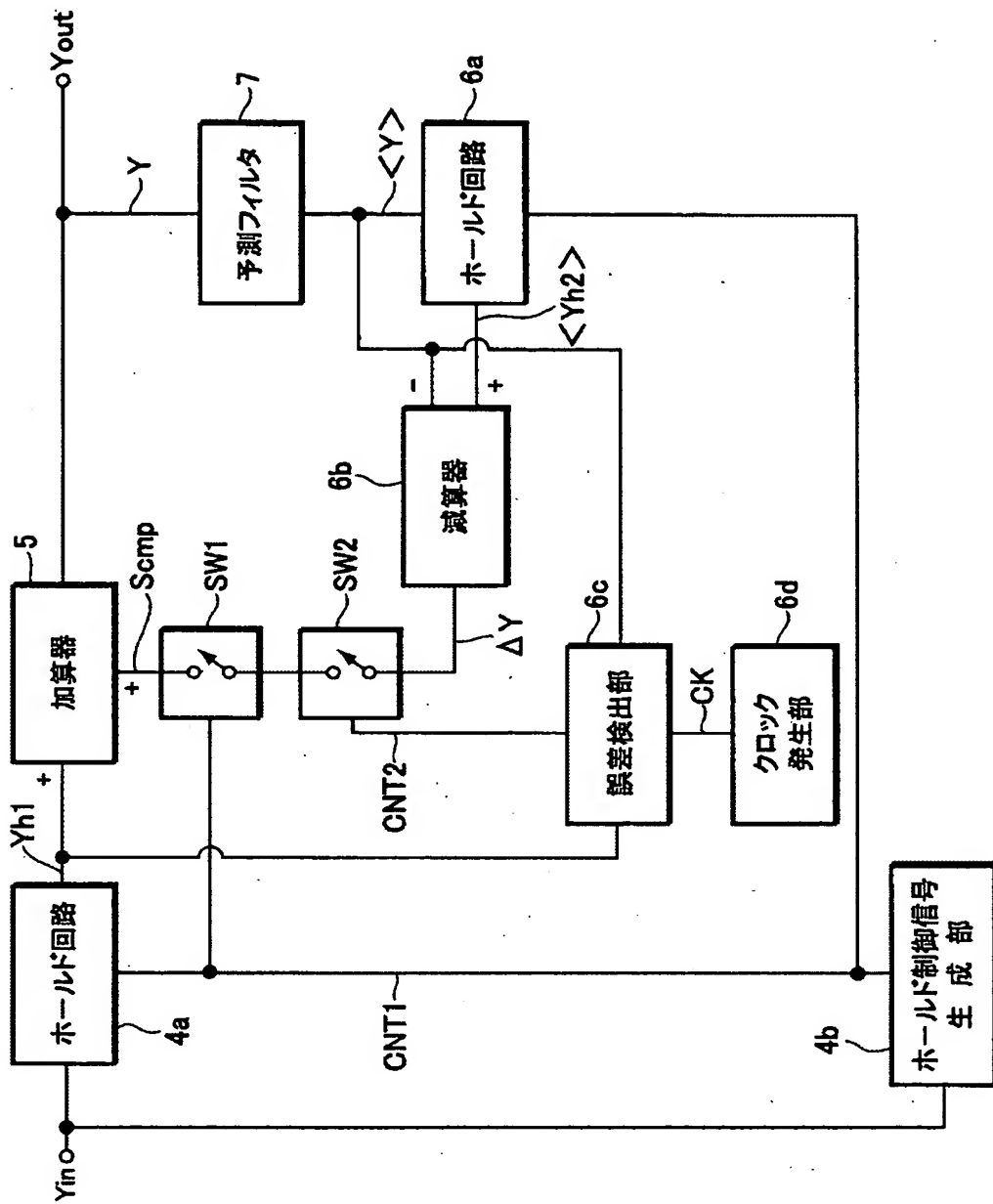


【従来技術】

【図2】

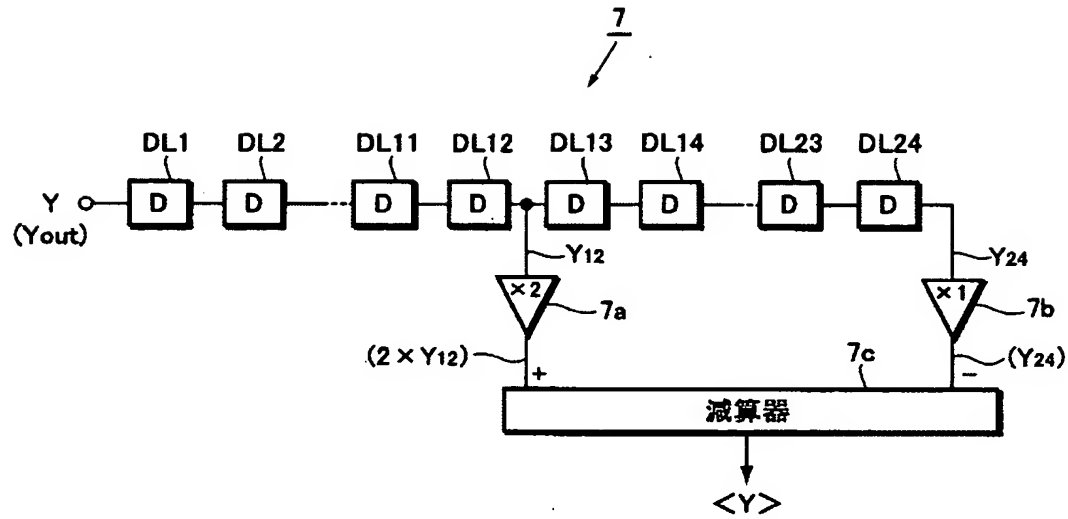


【図 3】

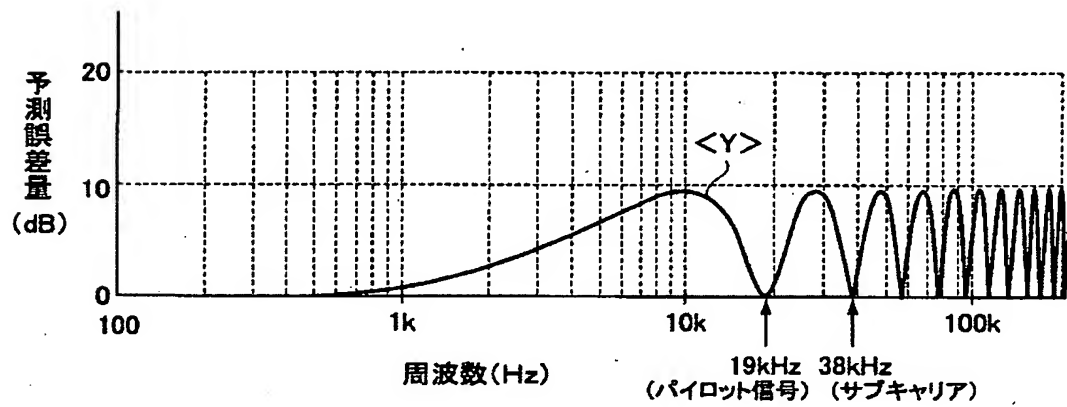


【図 4】

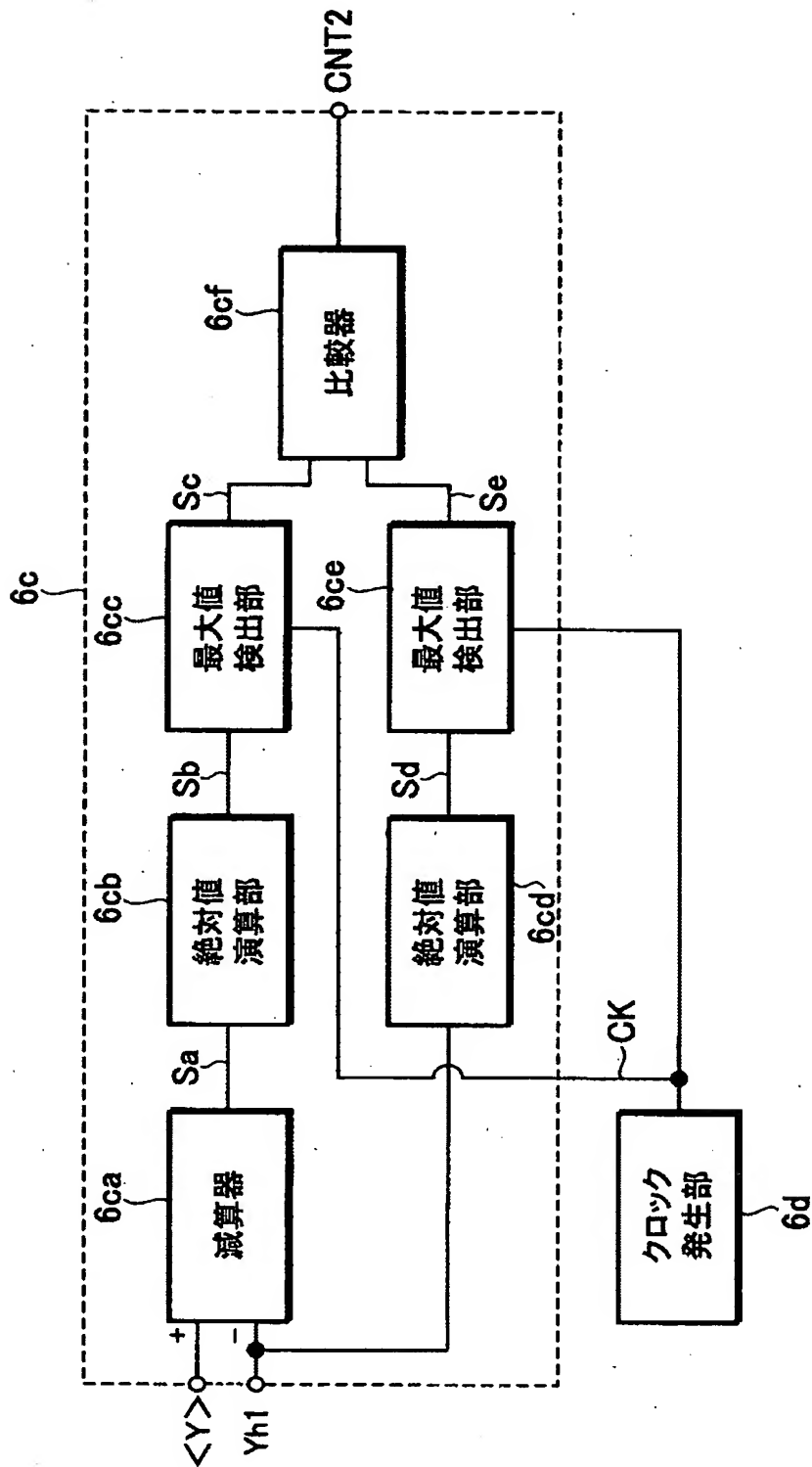
(a)



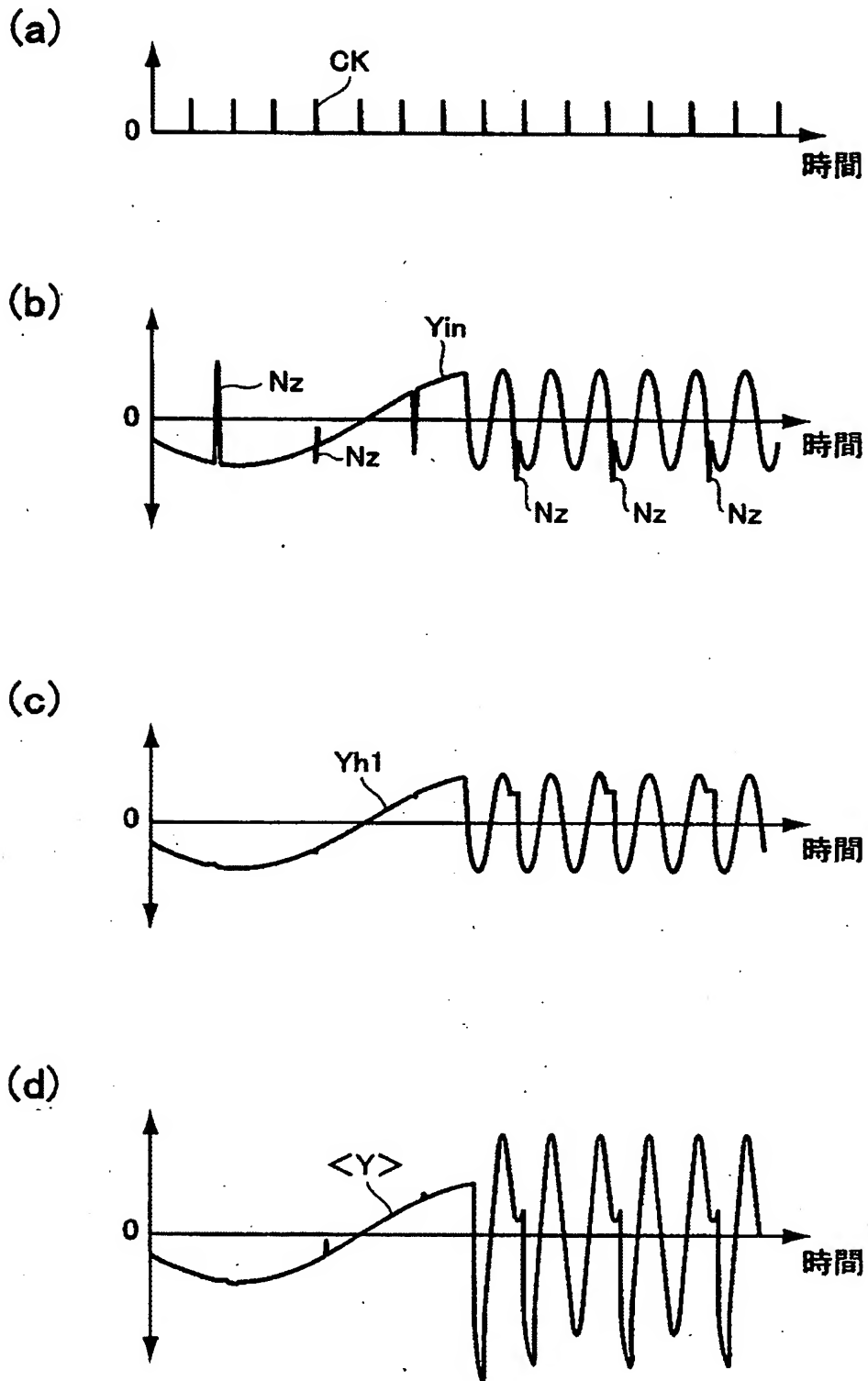
(b)



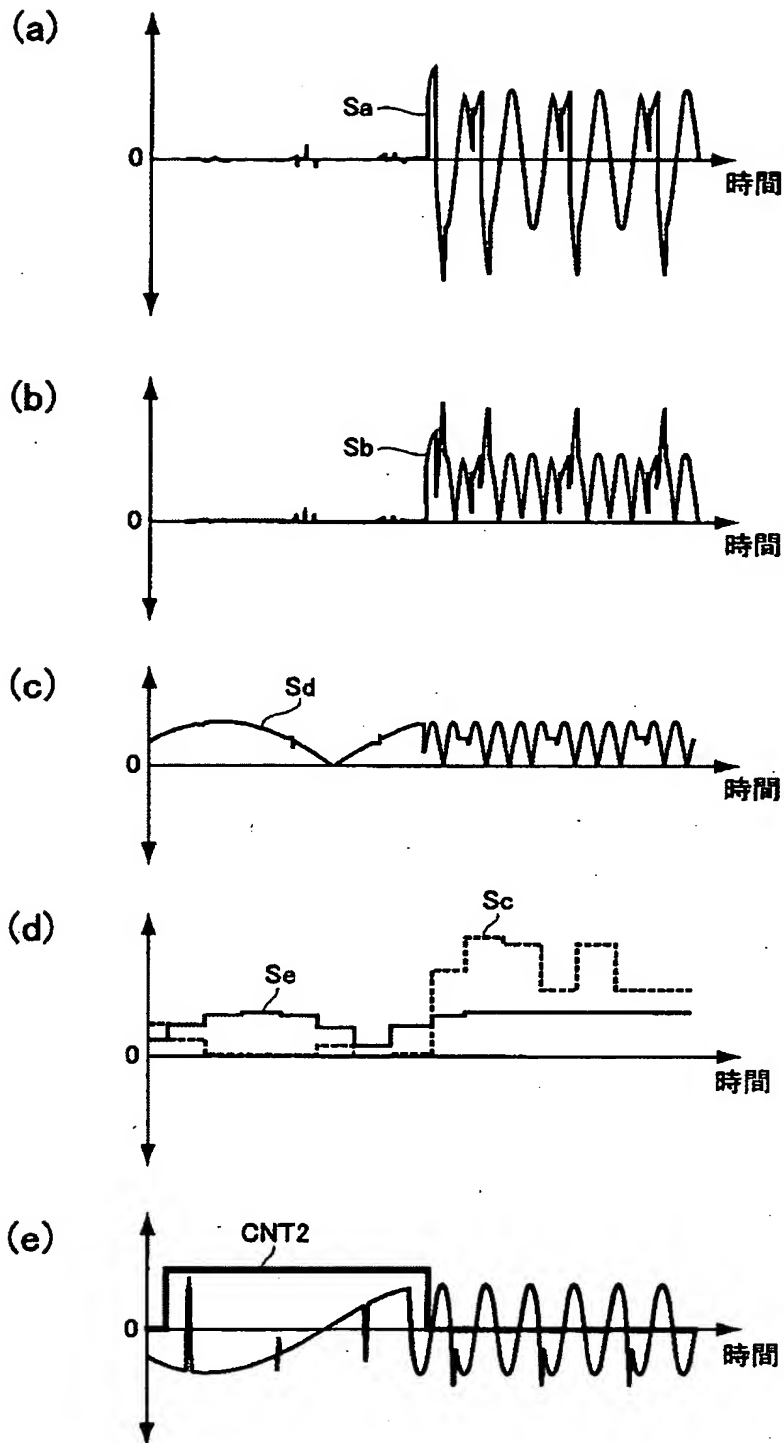
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号成分の欠落防止を図りつつ信号に含まれるノイズを除去する。

【解決手段】 保持部 4 が入力信号 Y_{in} に含まれるノイズを検出するとホールド状態にして出力し、その出力された信号におけるホールド状態の信号成分に対して合成部 5 が補間制御部 6 から供給される補間量 S_{cmp} を合成すうことで出力信号 Y_{out} を生成する。合成部 5 の出力信号 Y_{out} を予測器 7 が予測演算し、入力信号 Y_{in} に近似した予測値 $\langle Y \rangle$ を求める。補間制御部 6 が、予測値 $\langle Y \rangle$ の変化量を補間量 S_{cmp} として求めると共に、保持部 4 よりホールド状態にして出力されたホールド信号成分に比して予測値 $\langle Y \rangle$ が大きく乖離した値のときには、合成部 5 に対して補間量 S_{cmp} の合成を停止又は禁止させ、予測値 $\langle Y \rangle$ が適切な値のときには補間量 S_{cmp} の合成を行わせる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名 パイオニア株式会社